

「未利用熱エネルギーの革新的活用 技術研究開発」(中間評価)

(平成27年度～平成34年度 8年間)

プロジェクトの概要 (公開)

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
省エネルギー部

平成29年8月4日

1. 事業の位置付け・必要性



2. 研究開発マネジメント



3. 研究開発成果



4. 成果の実用化に向けた
取組及び見通し

- (1)事業の目的の妥当性
- (2)NEDOの事業としての妥当性

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発の実施体制の妥当性
- (4)研究開発の進捗管理の妥当性
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性

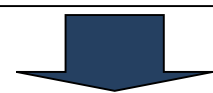
- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2)成果の最終目標の達成可能性
- (3)成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取組

- (1)成果の実用化に向けた戦略
- (2)成果の実用化に向けた具体的取組
- (3)成果の実用化の見通し

◆ 事業実施の背景と事業の目的

社会的背景

- ・東日本大震災以降の電力需給状況とエネルギー価格を考慮すると、新たな省エネルギー技術の必要性は明白である。
- ・一次エネルギーの大半は有効活用できておらず、年間1兆kWhもの未利用熱エネルギーの大部分が排熱として廃棄されている。
- ・未利用熱の有効活用は、自動車・産業・住宅等幅広い分野において大きな課題となっている。



事業の目的

- ・広域に分散した熱を有効利用する技術の基盤となる熱マネジメント技術として、断熱、蓄熱、熱電変換等の技術開発を一体的に行うことで、未利用熱エネルギーを経済的に回収する技術体系を確立する。
- ・社会全体のエネルギー効率を向上させることで、新しい省エネルギー技術の中核とした新たな産業創成を目指す。

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆政策的位置付け

■ 「エネルギー基本計画」(平成26年4月11日閣議決定)

「我が国が目指すべきエネルギー政策は、世界の叡智を集め、徹底した省エネルギー社会の実現、再生可能エネルギーの導入加速化、石炭火力や天然ガス火力の発電効率の向上、蓄電池・燃料電池技術等による分散型エネルギーシステムの普及拡大…」と冒頭に省エネの重要性を提示。

特に産業部門においては、「業種横断的に、大幅な省エネルギーを実現する革新的な技術の開発を促進していく。」と技術開発の推進を強調。

■ 「省エネルギー技術戦略2016」(平成28年9月16:経済産業省/NEDO)

「低品位の排熱・未利用熱を有効利用することが重要である。利用する熱源となる排熱、熱需要ともに、温度レベル、発生状況が千差万別であることから、更なる利用拡大を図るためには、単体の効率向上のみならずシステムとしての効率向上が重要となっている。」としている。

■ 「長期エネルギー需給見通し」(平成27年7月16:経済産業省)

「徹底した省エネルギーの推進」により、大幅なエネルギー効率の改善を見込むとともに、多様なエネルギー源の活用と供給体制の確保として

「廃熱回収・再生可能エネルギー熱を含む熱利用の面的な拡大など地産地消の取り組みを推進する。」としている。

■ 「科学技術イノベーション総合戦略2017」(平成29年6月2日閣議決定)

「徹底した省エネルギーの推進及びエネルギー源の多様化が求められる。」としている。関連技術として、「エネルギーハーベスティング技術(太陽電池、熱電素子、振動発電等)等の開発も必要となる。」とし、これらの基盤技術の強化に当たっては「高度な熱マネジメントで重要となるナノ領域の熱(フォノン)制御技術」等の基礎研究を中長期的視点に立って推進することも重要である。」と提示している。

◆国内外の研究開発の動向と比較

■世界の取組状況

- ・米国(DOE)、欧州(FP7)、中国、韓国等では既に大規模なプロジェクト研究をスタートしており、産学官が一体となった熱マネジメント実用研究を展開している。
- ・米国DOEでは、「次世代自動車研究・開発プロジェクト」の一環として、GM・Ford・BMW等が参加し、産学官協同体制で排熱発電技術に取り組んでいる。

【具体例】

○米国エネルギー省(DOE)

2015年2月公開の4ヶ年技術レビュー2015の素案の中で、産業・製造業強化の鍵となる技術候補14の中に2つ、**排熱利用技術全般と熱電発電**を取り上げている。特に熱電発電は、従来自動車向けを中心に行ってきた研究開発とともに、製造プロセスでの排熱回収向けも視野に入れるべきだと提言。熱電発電以外では、新しい熱交換器、次世代ヒートポンプ、次世代バイナリー発電等を挙げている。

○欧州(FP7) Nanosciences, nanotechnologies, materials & new production technologies (NMP)

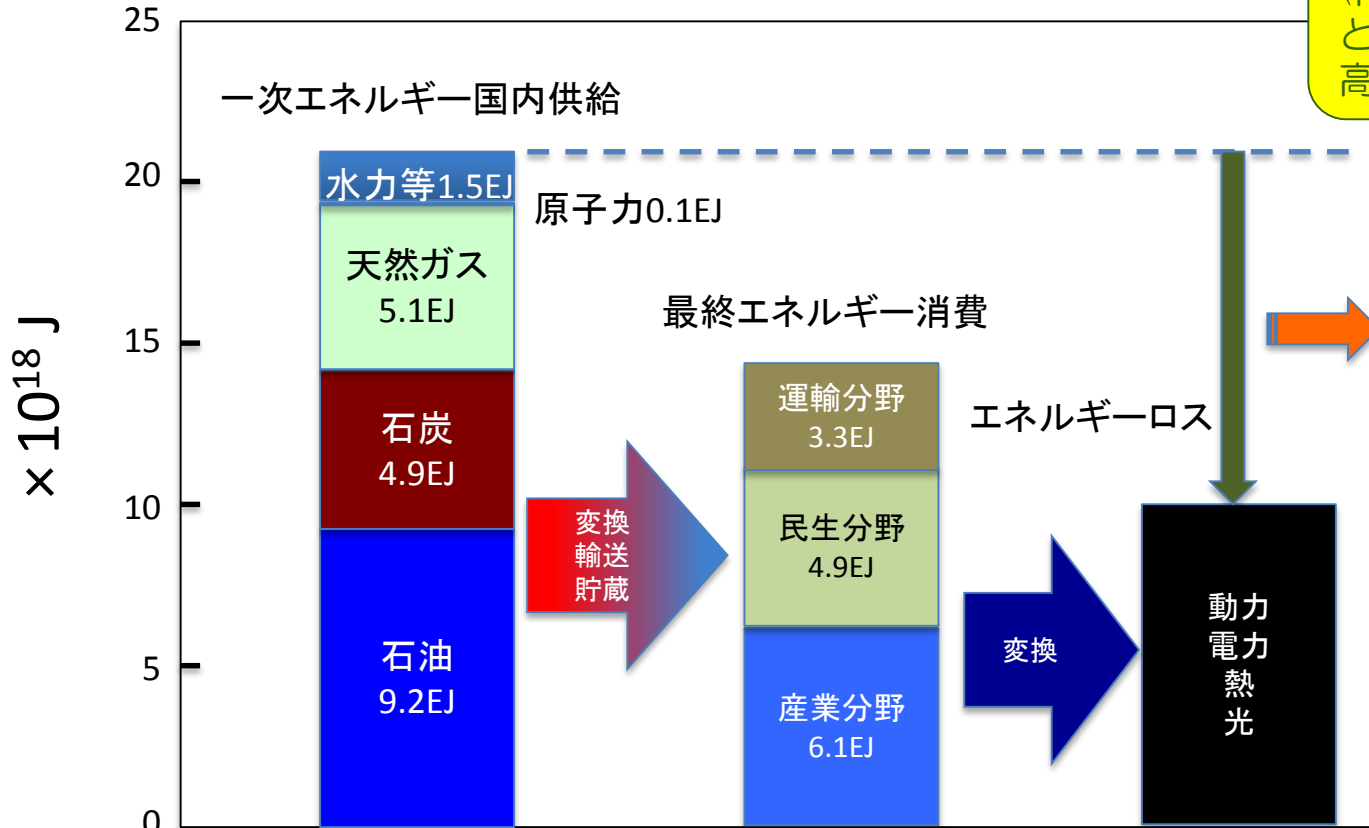
2011～2014年の4年間、事業費総額21.7百万ユーロ(補助金額14.7百万ユーロ)で13カ国(20企業、14大学、9研究機関)が参加。低コスト化を目指したNANOHIGHTECH、Mg₂Si系で高温化を目指したTHERMOMAG など4テーマを実施した。

○ドイツBMBF(ドイツ連邦教育研究省)

フラウン ホーファー研究機構が中心となり産業界と協力して熱電変換材料を開発するプロジェクトを実施した。主な用途として自動車用を想定。30を超える企業、26の研究機関が参画。予算€45.0M

◆技術戦略上の位置付け

日本における一次エネルギー供給から最終消費に至るエネルギーフロー



Reusable Energy
 (再利用可能エネルギーとして「熱」に注目
 高度利用を目指す)

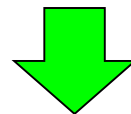
資源エネルギー庁平成24年度エネルギー需給実績(速報)より

第一次エネルギーの約6割が有効利用されずに未利用熱として環境に排出。発電、産業、運輸、民生の各部門では、様々な温度域で排熱が発生しているが、利用しやすい形態の高温排熱のみ活用が進み、低品位な排熱は経済的・技術的な制約から廃棄されている。

◆技術戦略上の位置付け

一次エネルギー総供給に対する部門別の損失量の割合は、発電 27.1%、産業 13.1%、運輸 12.7%、民生6.9%という分析がある。

このうち、発電部門における排熱の利用については、火力発電における損失量が多く、排熱を最大限活用して、効率向上につながる開発が 高効率火力発電として鋭意進められている。



NEDO省エネルギー一部としては、損失量・損失割合が共に大きい運輸部門・産業部門での未利用排熱の有効活用を中心に検討する。

◆NEDOが関与する意義

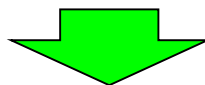
NEDOの第三期中期目標におけるミッション

- 我が国の経済社会が必要とする具体的成果を創出
- 我が国の産業競争力の強化に貢献
- エネルギー・環境制約の克服に貢献

本プロジェクトの狙い

未利用熱の有効利用に関して

- 経済的に回収する技術体系を確立 (ハイリスク・連携必要)
- 同技術の適用により日本の主要産業の競争力を強化 (連携必要)
- 社会全体のエネルギー効率を向上 (公共性・連携必要)
- 新省エネルギー技術の中核とした新たな産業創成 (ハイリスク・連携必要)



NEDOの関与が妥当かつ効果的な事業

◆実施の効果(費用対効果)

■プロジェクト費用総額 147億円 (経済産業省実施分を含む想定額:H25~H34)
112.5億円 (NEDO負担予定額:H27~H34年)

【プロジェクト立ち上げ時】

□省エネルギー効果(平成42年:2030年)
熱電発電をベースとした熱マネジメントシステムを自動車に搭載する事で、10%程度燃費が改善する効果

- ・原油換算 : 166万kL/年
- ・CO2削減効果 : 431万t/年

□経済効果(平成42年:2030年)

- ・ガソリン価格換算 : 2,400億円/年
- ・CO2排出権換算 : 約50億円/年

【平成28年度調査結果】

平成28年度委託調査「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発の産業分野等への適用促進に関する検討」(委託事業者:みずほ情報総研株式会社)より

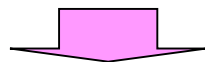
□本PJの研究開発成果の波及効果※
(2030年年)

- ・原油換算 : 423万kL/年
- ・CO2削減効果 : 1090万t/年

※蓄熱技術、遮熱技術、断熱技術、熱電変換材料・デバイス、排熱発電技術、ヒートポンプ技術、熱マネジメント技術のそれぞれのPJ最終年度での研究開発成果(目標)を、運輸分野、民生分野、産業分野に適応した時の波及効果の試算。

◆事業の目標

産業分野における工場排熱、輸送機器におけるエンジン排熱、オフィスや住宅環境における未利用排熱など、各種社会システムから広い温度領域に渡って膨大な未利用熱エネルギーが排出されている現状に対し、各種熱マネジメント部材の革新的な技術開発を通して未利用熱を有効活用できるシステムを確立し、産業分野、輸送機器、住宅環境等の更なる省エネ化を進める。



- ・断熱材では、 $1,500^{\circ}\text{C}$ 以上で使用可能なファイバーレス断熱材で圧縮強度 20MPa 以上、かつ熱伝導率 $0.2\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以下の材料を開発。
- ・蓄熱材では、現行のエリスリトール(蓄熱密度 $340\text{KJ}/\text{kg}$, 119°C)に代わる、中低温域($100\text{--}150^{\circ}\text{C}$)で $1\text{MJ}/\text{kg}$ 程度の蓄熱密度を持つ材料を探索・開発。
- ・熱電材料では、現行のビスマス-テルル系(性能指数 $ZT=1$)の性能を大幅に改善するため、ナノ構造制御により大きな性能指数($ZT=4$)を持つ革新的材料を開発。平行して、柔軟性に富み大面積化が可能な有機熱電材料の探索を行い、 $ZT=2$ 以上の性能を有するフレキシブル熱電材料を開発。

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	中間目標 (平成29年度末)	根拠
①「蓄熱技術の研究開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・120℃以下で、蓄熱密度0.5MJ/kgを有する固液相変化等を利用した化学蓄熱材料の開発 ・-20℃～25℃環境下で12h以上の保持期間を実現する蓄熱材の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・最終目標(1MJ/kg)達成に向け、平成29年度に高蓄熱密度化と低温化の材料仕様を明確化 ・最終目標に向け、12h以上過冷却保持時間を実現する材料仕様を明確化
②「遮熱技術の研究開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・可視光線透過率70%以上、日射熱取得率43%以下(可視光線反射率12%以下、カット波長850～1400nm)の遮熱フィルムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車フロントガラス向けの規制にも適合する可視光線透過率かつ従来比優位な遮熱性能
③「断熱技術の研究開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・1500℃以上で使用可能なファイバーレス断熱材で圧縮強度10MPa以上、かつ熱伝導率0.25W/m・K以下を有する断熱材料の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・現状のファイバー系断熱材料の熱伝導率と耐火断熱れんがの強度を兼ね備えた性能
④「熱電変換材料・デバイス高性能高信頼化技術開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・性能指数ZT=1を有する有機材料の開発 ・性能指数ZT=2を有する無機材料の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・最終目標に向けた中間期として設定

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	中間目標 (平成29年度末)	根拠
⑤「排熱発電技術の研究開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・200℃以下の中低温排熱に対応した、発電効率14%(従来比2倍)を有する出力1kWクラス小型排熱発電装置の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・現行の排熱発電装置(～100kW級)のスペックに対して2倍
⑥「ヒートポンプ技術の研究開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・200℃までの供給温度範囲に対応し、80→160℃加熱でCOP:3.5以上を達成するヒートポンプシステムの開発 ・75℃以下の熱源で、供給温度-10℃を実現するヒートポンプシステムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・200℃での構成部材の適用性評価と共に、従来比1.4倍の効率を確認して最終目標に繋げる ・最終目標に向けた中間期として設定
⑦「熱マネジメントの研究開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・高効率ヒートパイプの開発(0～50℃熱輸送距離5m、熱輸送量1500W、抗重力性、動力源レス) ・吸熱量 5W/cm²を有する吸熱デバイスの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・最終目標達成のため、各要素技術を小型ヒートパイプで検証 ・最終目標に向けた中間期として設定
⑧「熱関連調査・基盤技術の研究開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・排熱調査を実施し、研究開発シナリオ検討完了 ・各種部材の計測・評価結果の分析を進め、整備すべきデータベースを明確化 	<ul style="list-style-type: none"> ・生産現場のニーズに適合できる具体的提案につなぐ ・今後の開発材料の情報の継続的かつ速やかな収録、プロジェクト共有化に向けた準備完了

◆ 研究開発目標と根拠

◆ 電気と同様な「熱」のスマート化・マネジメントを実現するうえでの課題

段階	電気利用	熱利用	熱利用の課題など
発生	発電機	バーナー ボイラー	技術進展により課題は比較的少ない
輸送	高電圧送電	蓄熱材輸送 ヒートパイプ	距離による減衰 大
昇降	変圧器	ヒートポンプ	対応可能範囲 狭い
貯留	蓄電池	蓄熱材	貯留密度 低 時間による減衰 大
隔離	絶縁材	断熱材 遮熱材	要求の高度化
相互変換	電熱、誘導加熱 ヒートポンプ	熱電変換材料 有機ランキンサイクル	産業応用事例 少
ネットワーク化	実現済	未達成	地域熱供給のみ

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆ 研究開発のスケジュール

事業計画

事業期間：平成27～34年度（8年間） ※平成25～26年度の2年間は経済産業省で実施
 総事業費（NEDO負担分）： 112.5億円（予定）
 プロジェクトリーダー（PL）： 国立研究開発法人産業技術総合研究所
 エネルギー・環境領域 研究戦略部長 小原 春彦
 プロジェクトマネージャー（PM）： 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
 省エネルギー部 統括研究員 楠瀬 暢彦

＜研究開発スケジュール・評価時期・想定する予算規模＞	H27 (2015)	H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	H31 (2019)	H32 (2020)	H33 (2021)	H34 (2022)
以下の7項目に係る研究開発 蓄熱技術／遮熱技術／断熱技術／ 熱電変換材料・デバイス高性能高信頼化技術／排熱発電技術／ヒートポンプ技術／熱マネジメント	各項目について、新材料の開発、機器単体の開発、システムの検討等を行う			各項目についてシステムの構築等を行い、実用化に十分な性能を達成する				
	中間評価		中間評価			中間評価		
熱関連調査・基盤技術の研究開発	整備すべきデータベースの明確化／評価技術の整備、体系化			データベースの製作／新材料探索の基盤情報の提供				
予算（億円）	18.5	15	6.5	(15)	(15)	(15)	(15)	(12.5)

◆プロジェクト費用

◆年度ごとの予算と実績

(単位:百万円)

	H25 経済産業省	H26	H27	H28 NEDO	H29	合計
各年度 予算額	1,550	2,060	1,850	1,500	650	7,610
各年度 実績額	1,469	1,991	1,952	1,757	(一)	(7,169)

H25-H26年度は経済産業省で実施

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

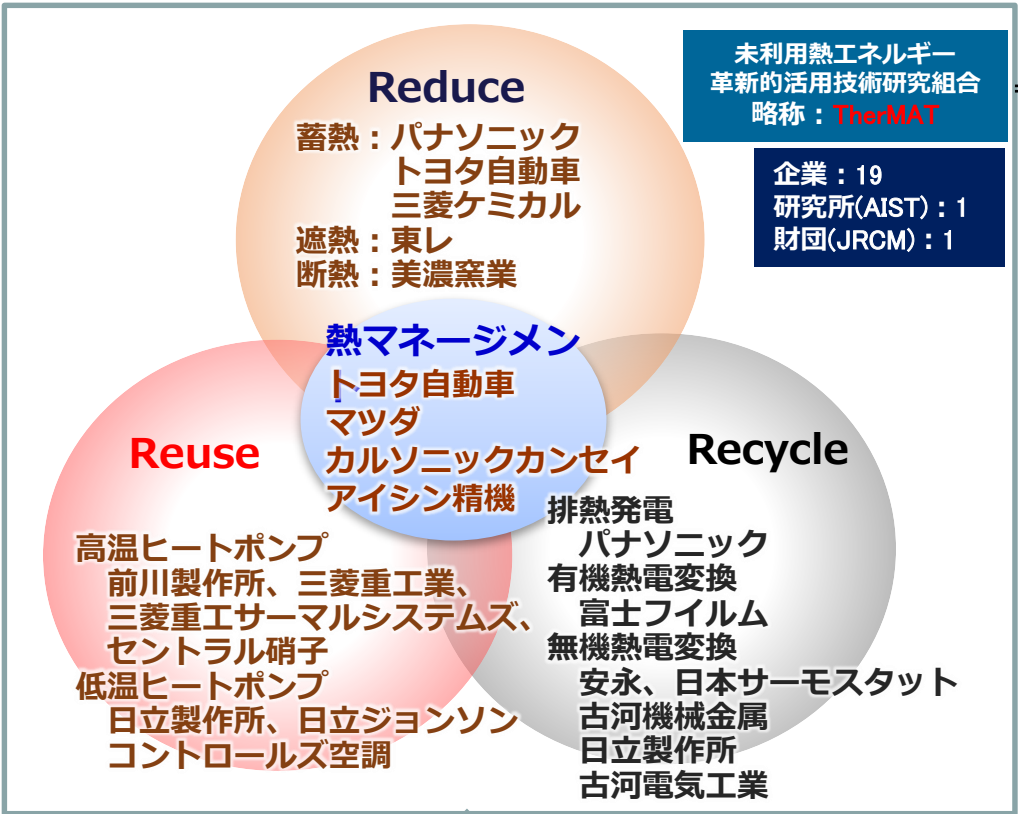
プロジェクトリーダー(PL)
産業技術総合研究所
エネルギー・環境領域
研究戦略部長 小原春彦氏

協議

NEDO

推進委員会
PL、実施者、外部有識者

委託



未利用熱エネルギー
革新的活用技術研究組合
略称：TherMAT

企業：19
研究所(AIST)：1
財団(JRCM)：1

「技術シーズ発掘のための小規模研究開発(蓄熱)」

- 北海道大学
- (有)オービタルエンジニアリング
- 東北大学 多元物質科学研究所
- 京都大学
- 神戸大学

「熱電変換材料の技術シーズ発掘小規模研究開発(第2回)」

- 九州工業大学
- (株)白山製作所
北陸先端科学技術大学院大学
石川県工業試験場
- (株)日本触媒
北陸先端科学技術大学院大学
- (株)フジコー
九州大学
九州工業大学
- 東京工業大学

共同実施

早稲田大学・東京工業大学・名古屋大学・東北大学・岡山大学・大阪大学・東京大学・山口東京理科大学・東京理科大学
・物質材料研究機構・広島大学・九州大学・佐賀大学・八戸工業大学・宇都宮大学・建築研究所・北陸先端科学技術大学
院大学・北海道大学・豊田理化学研究所・奈良先端科学技術大学院大学・山口大学 (18大学3研究機関)

平成29年4月時点

◆ 研究開発の進捗管理

● PL及びPMによる進捗管理

【PL】

- ・定期的な(原則として毎週)研究組合事務局との打合せにより、事業の進捗、成果の普及や知的財産権取得の状況等について情報収集を行っている。
- ・各実施テーマについては、半期毎に開発目標と達成度をチェックし、翌半期計画を精査している。

【PM】

- ・平成28年度は、全ての実施テーマで研究開発実施場所での進捗状況把握を実施し、研究開発の課題、実用化への方針、プロジェクトとしての相乗効果のあり方等について実施者と直接意見交換を行った。
- ・早期実用化が見込めるテーマについて、成果の実用化を促進するため国内外でのニーズ調査や展示会やワークショップ等での情報発信を計画・実施した。
- ・PLと相談しつつ、新たな技術シーズ発掘のため、平成27年度に小規模研究開発スキームを期中に立ち上げて熱電変換材料の開発を開始し、平成28年度末に進捗審査委員会を設置し、その結果を踏まえて各テーマの進め方を決定した。

【PLとPMとの意思疎通】

- ・1ヶ月に1回以上面会のうえ、プロジェクト加速のための方策や、各テーマの進捗と今後の方向性について議論を行っている。
- ・小規模研究開発では、目標レベルや、実施期間等を協議しながら新たな枠組みを練り上げた。

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

◆ 動向・情勢の把握と対応

- ◎ NEDOは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策を分析・検討する。
- ◎ 分析・検討を踏まえてプロジェクト成果の実現に向けて具体的な対応(アクション)を行う。

【対応事例】

情勢	対応
<p>産業分野における未利用熱の発生と利用実態の把握と、開発成果の導入効果の整理が求められている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・調査委託「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発の産業分野等への適用促進に関する検討」で、未利用熱の発生と利用実態の最新状況の整理を行うと共に、本プロジェクト開発成果の社会的効果を試算。 ・欧州での最新省エネ技術動向及び市場導入条件を調査。
<p>熱電変換技術開発では、近年のナノ材料技術の急速な進展に伴い、新しい材料系や構造に関する研究が世界で取り組まれている。</p>	<p>熱電変換材料・デバイスの新たな技術シーズ発掘を図るため、また、迅速に研究開発に取り組むために、<u>小規模研究開発</u>(研究期間:2年以内、予算規模:年間1千万円以下)の枠組みを継続し、新たな技術開発に着手。</p> <p>【公募開始:平成29年2月3日⇒採択発表:3月29日】</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 高キャリア密度ハロゲン化ペロブスカイトを用いた塗布型熱電素子 (2) シリサイド系多孔質熱電変換材料を用いた高効率熱電変換素子の研究開発 (3) 金属硫化物ナノ粒子熱電変換材料の研究開発 (4) 溶射法を利用した熱電変換素子の作成と、それを利用した熱電変換モジュールの研究開発 (5) 薄膜熱電発電モジュールとその応用に関する研究開発

情勢	対応
<p>有機熱電変換技術開発では、薄膜の異方性により熱伝導度が大きくばらつくことが判明し、ZTを性能評価指標とすることの課題が明らかになった。また、平成27年度中間評価で「熱電変換については、設定された目標が非常に高いことから、達成可能なのか、常にチェックしながら進めることが望まれる。」として、目標の適正化が求められている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・調査委託「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発の産業分野等への適用促進に関する検討」で、有機熱電材料開発の目標に関する検討を実施。有識者へのヒアリング等を行い、目標のあり方について整理を行った。 ・調査結果より得られた目標について、技術推進委員会(革新的熱利用技術委員会)で審議を経た。
<p>蓄熱材料や、高性能断熱材等が、NEDO主催の展示会(省エネルギーフォーラム、nano tech 2017)で評判が高く、想定外の用途を含む多様な業種から、早期の実用化への期待が表明されている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・サンプル提供に向けた安定性評価や製造技術開発の充実を通じて早期実用化に向けた対応を推進した。 ・具体的な導入形態とニーズを把握するため、早期実用化の要望を提示頂いた企業等での排熱発生状況等の調査・情報交換を行った。
<p>平成29年度プロジェクト予算が前年度から大きく削減された。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・PLとPMで各テーマの実施状況、実用化までの距離等を検討して、各テーマについて実施内容の絞込みを行った。

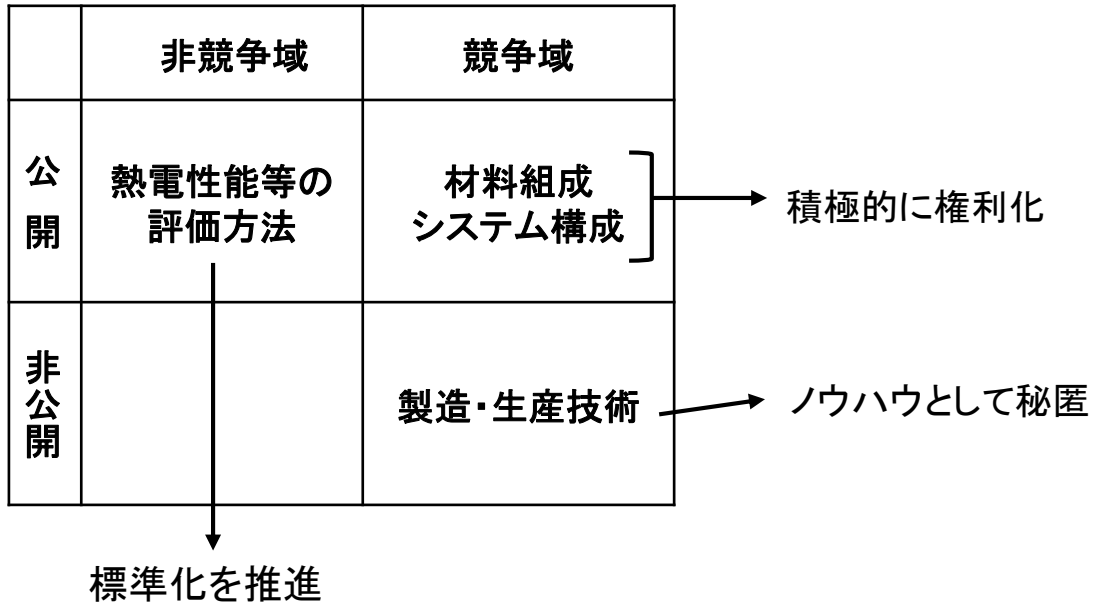
◆平成27年度中間評価結果への対応

主な指摘事項に対する対応を示す。

	指摘	対応
1	<p>多数の大学が連携しているわりには論文数が少ないため、もっと大学の成果・寄与についてアピールすべきである。</p>	<p>主たる大学の研究実施状況、企業との連携状況を確認し、適切な論文投稿等を推奨した。また、各大学が全委託先企業に対して成果を発表する場「全体技術交流会」を設定、先んじてPJ内で成果の有効活用を図った。</p>
2	<p>広く一般に向けた研究成果の情報発信が望まれる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・学会等で未利用熟技術開発に関するセッションを企画・開催する(機械学会ではH28年6月に「動力エネルギー技術シンポジウム」でNEDOがオーガナイザーとなり本プロジェクトに関するセッションを開催)等して成果発信を行うと共に、省エネフォーラム、プレスリリース等で幅広い層に対して分かり易い情報発信を心掛けた。 ・展示会(省エネルギーフォーラム2017、nano tech2017等)での成果展示、海外での技術紹介 ・ニュースリリースによる情報発信(6件:日本語/英語)
3	<p>実用化までのレベルがテーマによってかなり異なり、プロジェクト全体としてどの程度の社会的効果があるかが明確になっていない。</p>	<p>プロジェクト全体の実用化イメージを強化するために、H28年度に開発技術をできるだけ盛り込んだモデルシステムを、産業用途と自動車用途で構築し、その効果試算を開始した。</p>

◆ 知的財産権等に関する戦略

➤ オープン／クローズ戦略の考え方



【戦略の基本】

- 標準になり得る技術は、速やかに特許出願を行う。
- 国内特許出願を先行するが、特に重要な特許は海外出願も行う。

◆知的財産管理

- 「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に基づき
本プロジェクトの知的財産権及びサンプルの取扱いに関する規程を策定

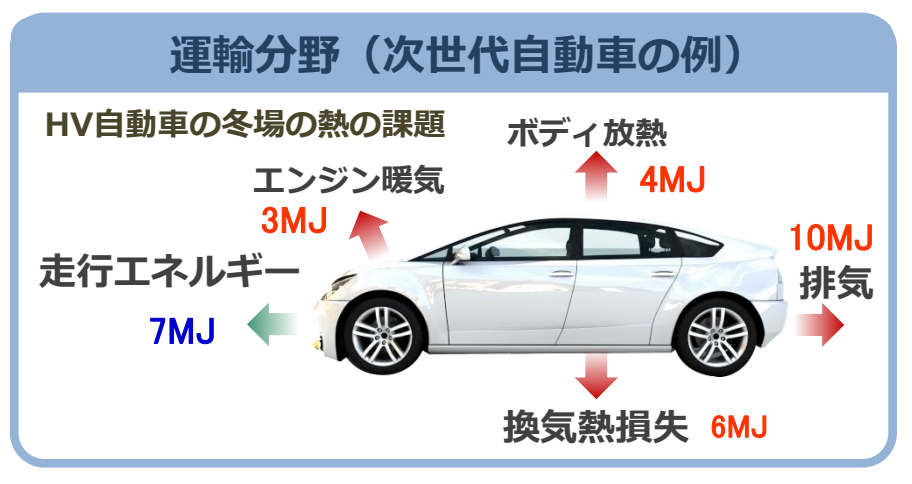
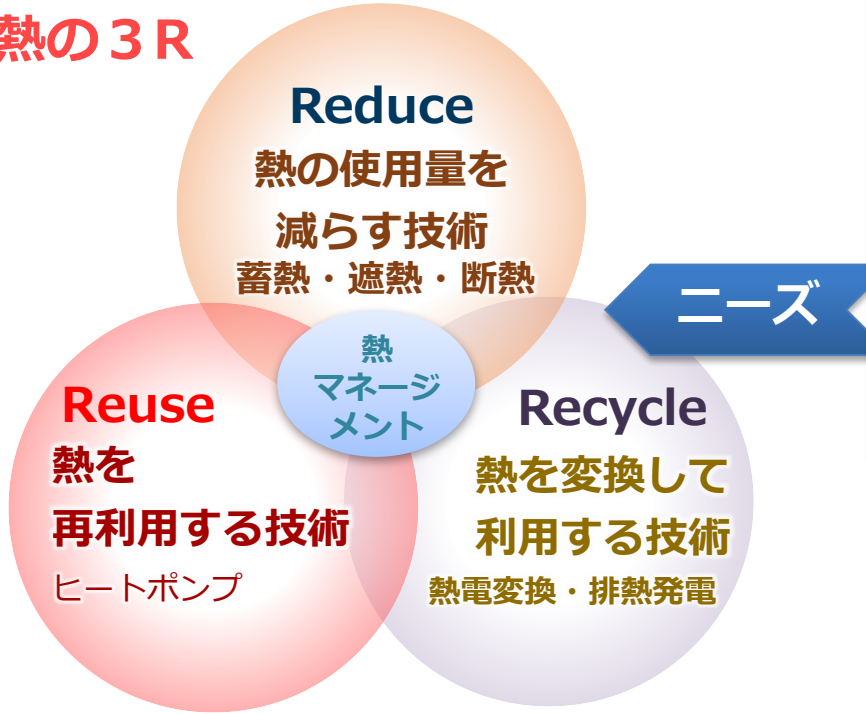
- 知的財産管理指針の策定
 - ・バックグラウンド知的財産権の取扱い
 - ・本事業により得られた知的財産権の帰属
 - ・発明審査委員会における審査等

- サンプル提供の取扱い
 - ・プロジェクト参加者間での取扱い等

プロジェクト概要

研究開発のコンセプト

熱の3R



- ニーズプル型の研究開発 (運輸・産業・民生分野) → 明確な実用化シナリオ
- 大きなリスク課題 (高いスペック部素材) へのチャレンジ → 10年を見据えた研究開発
- 垂直連携による研究開発、異業種企業からなる組合 → 迅速な事業化、シナジー効果

→ 日本が強みを持つエネルギー効率の高い素材、製品へ

研究開発項目毎の研究成果

- ①蓄熱技術
 - [\(1\) 蓄熱技術の研究開発](#)
 - [\(2\) 車載用蓄熱技術の研究開発](#)
- ②遮熱技術
 - [\(3\) 革新的次世代遮熱フィルムの研究開発](#)
- ③断熱技術
 - [\(4\) 断熱材料の研究開発](#)
- ④熱電変換技術
 - [\(5\) 高性能熱電材料およびモジュールの開発](#)
 - [\(6\) 熱電デバイス技術の研究開発](#)
 - [\(7\) 熱電変換による排熱活用の研究開発](#)
 - [\(8\) フレキシブル有機熱電材料およびモジュールの研究開発](#)
 - [\(9\) 実用化に適した高性能なクラスレート焼結体の研究開発](#)
 - [\(10\) シリサイド熱電変換材料による車載排熱発電システムの実用化への要素技術開発](#)
- ⑤排熱発電技術発
 - [\(11\) 排熱発電技術の研究開発](#)
- ⑥ヒートポンプ技術
 - [\(12\) 産業用高効率高温ヒートポンプの開発](#)
 - [\(13\) 機械・化学産業分野の高温熱供給に適した冷媒とヒートポンプシステム技術開発](#)
 - [\(14\) 低温駆動・低温発生機の研究開発](#)
- ⑦熱マネージメント技術
 - [\(15\) 熱マネージメント材料の研究開発](#)
 - [\(16\) 熱マネージメントの研究開発](#)
 - [\(17\) 車両用小型吸収冷凍機の研究開発](#)
 - [\(18\) 車両用高効率排熱利用・冷房用ヒートポンプの研究開発](#)
- ⑧横断的基盤技術
 - [\(19\) 熱関連調査研究と各種熱マネージメント材料の基盤技術の開発](#)

青字：本資料に掲載（抜粋）

◆ 研究開発項目毎の成果

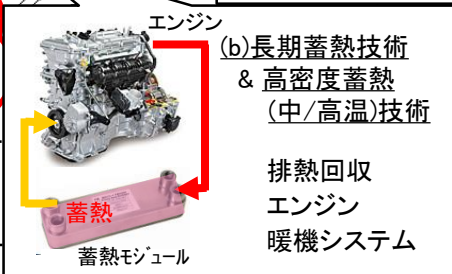
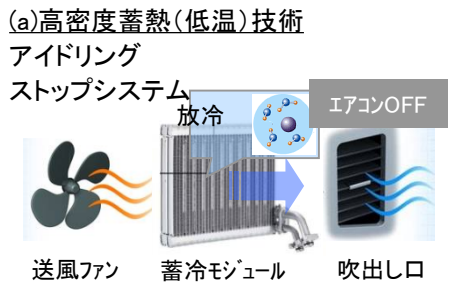
蓄熱技術：蓄熱技術の研究開発

■ 出口イメージ

自動車、民生(ビル、住宅)、産業分野の未利用熱有効活用

自動車への展開(例)

- (a) アイドルストップ時に蓄冷冷房
- (b) 冬季エンジン始動時に蓄熱暖機で省エネ達成



■ 技術課題(ブレークスルーポイント)

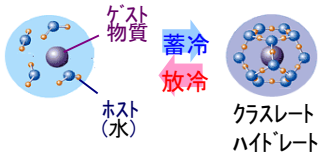
- ・単位重量、体積当りの蓄熱量が高い『高密度蓄熱材料』の開発(従来材料比2倍)
- ・断熱材なしで長期間蓄熱が保持可能な『長期蓄熱材料』の開発(24時間過冷却保持)

注) 過冷却: 液体の状態のまま凝固点以下の温度まで冷却される状態

■ 技術開発内容

① 高密度蓄熱材料(低温)

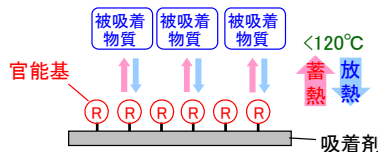
クラスレートハイドレートによる高密度化



目標: 0.3MJ/kg (@10°C)

② 高密度蓄熱材料(中/高温)

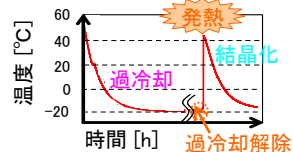
化学反応熱の活用による高蓄熱密度化



目標: 0.5~1.0MJ/kg (@120°C以下)

③ 長期蓄熱材料

過冷却状態の安定保持による長期化



目標: -20°C/25°C 環境下で 24時間保持

■ これまでの主な成果

- ① 高密度蓄熱材料(低温): 10°Cにおいて、蓄熱密度0.28MJ/kgを有するクラスレートハイドレートを解析により抽出
- ② 高密度蓄熱材料(中/高温): 蓄熱密度0.5MJ/kgに要する修飾密度7.6mol/kgを定量化し、合成試料にて7.4mol/kgを検証
- ③ 長期蓄熱材料: 蓄熱モジュール評価により、-20°C環境下における12hの過冷却安定性の保持確率92%以上を検証

◆ 研究開発項目毎の成果

遮熱技術：革新的次世代遮熱フィルムの研究開発

■ 出口イメージ：建物等の省エネに貢献する革新的遮熱窓材

① 可視光の取り込み
照明電力低減

② 遮熱による室内温度低減
冷房負荷低減

■ 技術課題(ブレークスルーポイント)

高透明
↑
トレードオフ
↓
高遮熱

【コンセプト】

積層フィルム
近赤外線を反射

コーティング層
可視光透過・遮熱性の制御

可視光線 高透過



- 技術開発内容
- [1] 新規光学設計における超高精度積層技術の開発：特性実現に必要な光学設計確立と具現化のための超高精度積層装置、技術の確立
 - [2] 次世代遮熱用ポリマーの開発：高遮熱化、層間密着性、連続重合性、製膜性等を兼ね備えたポリマーの確立
 - [3] 次世代遮熱フィルムのフィルム加工技術の開発：可視光線透過率と遮熱性をコートフィルムとして両立させるための処方、および高精度コート技術の開発
 - [4] 次世代遮熱窓材の評価技術の開発とその商品設計：省エネ効果実証方法構築と次世代遮熱フィルムの商品設計

- これまでの主な成果
- ・高遮熱化可能でかつ層間密着性、製膜性を有する新規ポリマーを開発し、独自設計の新規積層装置を用いてフィルム化することで中間目標の光学特性を有する積層フィルムを創出した。
 - ・高精度コート技術の開発を行い、中間目標の光学特性を有する遮熱フィルムの連続加工に成功した。
 - ・実際の建物での省エネ評価を行い、開発品が従来品に比べ高い冷房負荷低減効果を有することを実証した。

3. 研究開発成果 (1) 研究開発成果

◆ 研究開発項目毎の成果

断熱技術：断熱材料の研究開発

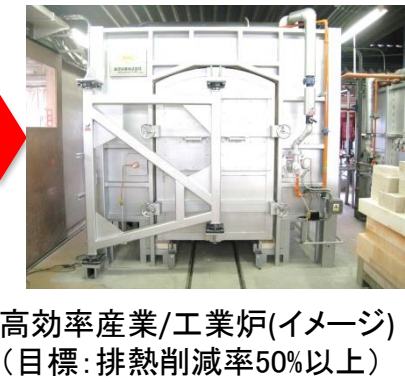
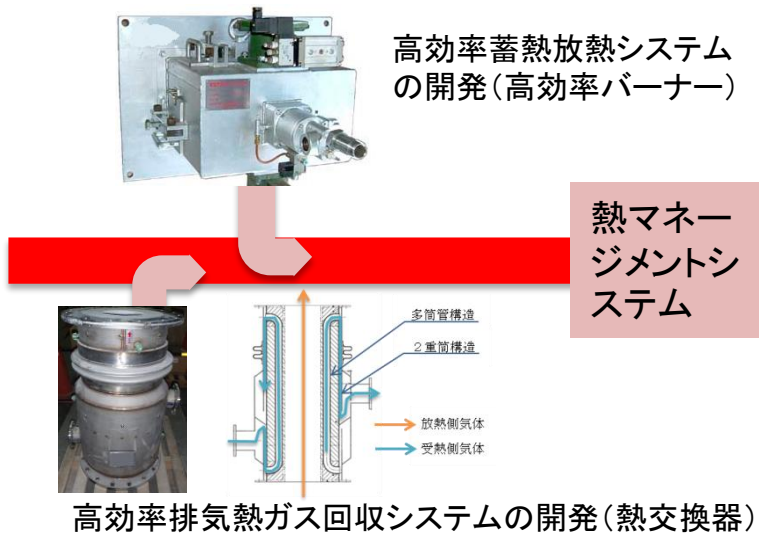
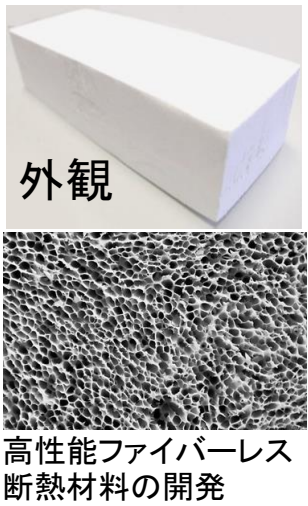
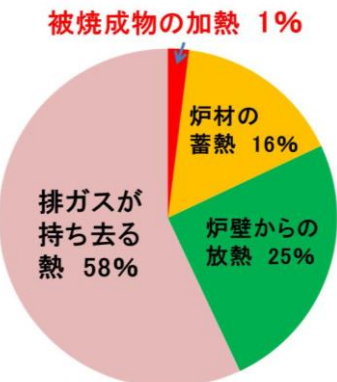
出口イメージ

現状
窯業/土石分野向け産業/工業炉では多量の熱が廃棄されている。

目標
高性能ファイバーレス断熱材料と周辺技術の開発によって産業/工業炉の排熱量を50%以上削減

技術課題(ブレークスルーポイント)

- 1,500°C以上の高温域で使用可能で、かつ高強度と低熱伝導率を両立したファイバーレス断熱材料の開発
- 断熱材料の大型化技術の開発と大量生産手法の確立
- 排出エネルギーを回収・再利用するための各開発部材を用いた効率的なシステムの開発



- これまでの主な成果
- ・1450°C耐熱性、熱伝導率0.25W/mK、圧縮強度10MPa以上の並形(230mm×114mm×65mm)形状断熱材試作完了。
 - ・既存設備の蓄積データ検証と各開発部材の性能試験から、排熱削減50%以上の可能性を確認。
 - ・既存セラミックス蓄熱材料の1.3倍の入熱速度及び1.1倍の放熱速度を持つ蓄熱部材試作完了。
 - ・上記蓄熱部材を組み込んだ高効率バーナー試作実施。
 - ・高耐熱高効率熱交換器の試作実施。
 - ・検証用の炉に各開発部材を組み込み、性能評価試験を実施。

3. 研究開発成果 (1) 研究開発成果

◆ 研究開発項目毎の成果

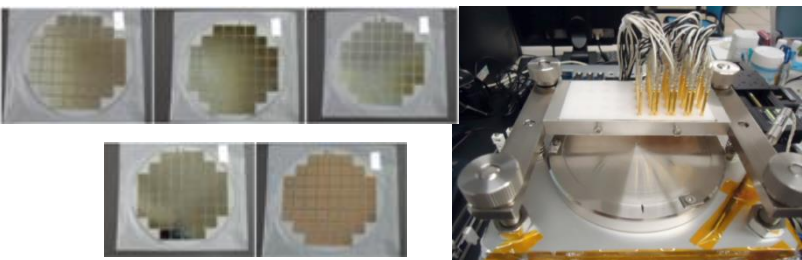
熱電変換技術：高性能熱電材料およびモジュールの開発熱材料

■ 出口イメージ

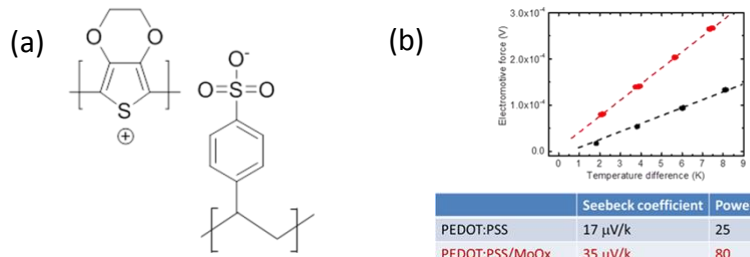


■ 技術課題(ブレイクスルーポイント)

- ・熱電変換材料の性能向上
- ・新規材料を用いた熱電変換モジュール化技術の開発
- ・熱電変換モジュールの変換効率向上
- ・熱電変換材料、モジュールの耐久性の向上
- ・熱電変換のコスト削減



合金系薄膜ライブラリ試料の外観 抵抗同時測定装置
無機材料(薄膜、バルク)



導電性高分子PEDOT:PSSの a)分子構造; b)PEDOT:PSS薄膜のMoドーピングに対するゼーベック係数の変化。
有機材料(導電性高分子材料)、炭素系材料(CNT)

■ 技術開発内容

- ・高い熱電性能を有する材料探索のための材料の高速合成・評価技術開発
- ・導電性高分子材料(PEDOT:PSS)の熱電変換の高性能化
- ・単層カーボンナノチューブ(CNT)等、炭素系熱電変換デバイスの技術開発

■ これまでの主な成果

- ・金属系合金薄膜ライブラリ試料の合成に成功しそれらの薄膜の計測法として平行抵抗評価技術を開発。
- ・レーザー加熱装置により、酸化物小型単相試料の溶融合成に成功
- ・Mo酸化物のドーピングによりゼーベック係数が増加し、パワーファクタFが従来材料の3倍以上の80 μW/mK²に増大することを確認
- ・CNT系材料としては世界最高レベルのパワーファクタ(413 μW/mK²)を発現

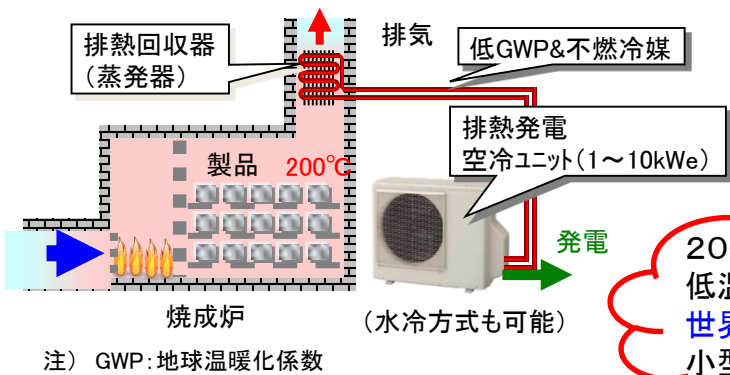
3. 研究開発成果 (1) 研究開発成果

◆ 研究開発項目毎の成果

排熱発電技術：排熱発電技術の研究開発

■ 出口イメージ

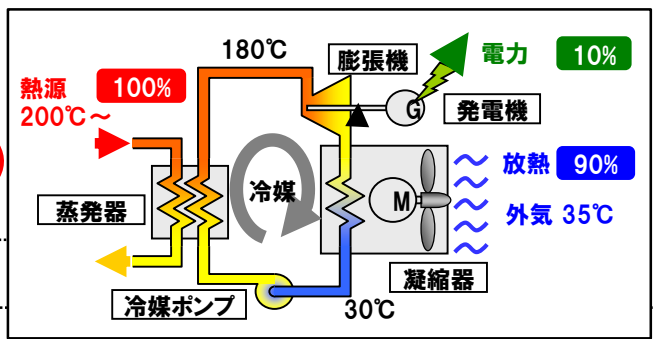
工業炉の排熱発電システム(例)



200°C以下の低温排熱を活用した世界最高効率の小型発電システムを確立

■ 技術課題(ブレークスルーポイント)

工場これまで捨てられていた排熱や蒸気の廃棄エネルギーを効率良く電気に変換・回収するため、**従来比 2倍**の発電効率を得る高効率小型排熱発電技術を開発



■ 技術開発内容

- ① 工場排熱の実態調査や市場ニーズ調査を行い、工場排熱発電機器に関するビジネスモデルを明確化
- ② 200°C以下の中低温排熱を活用する 1kW、10kWクラスの高効率(14%)小型排熱発電技術を開発
- ③ 余剰蒸気を活用し、500kWクラスの大型機と同等効率を実現する50kW発電技術を開発

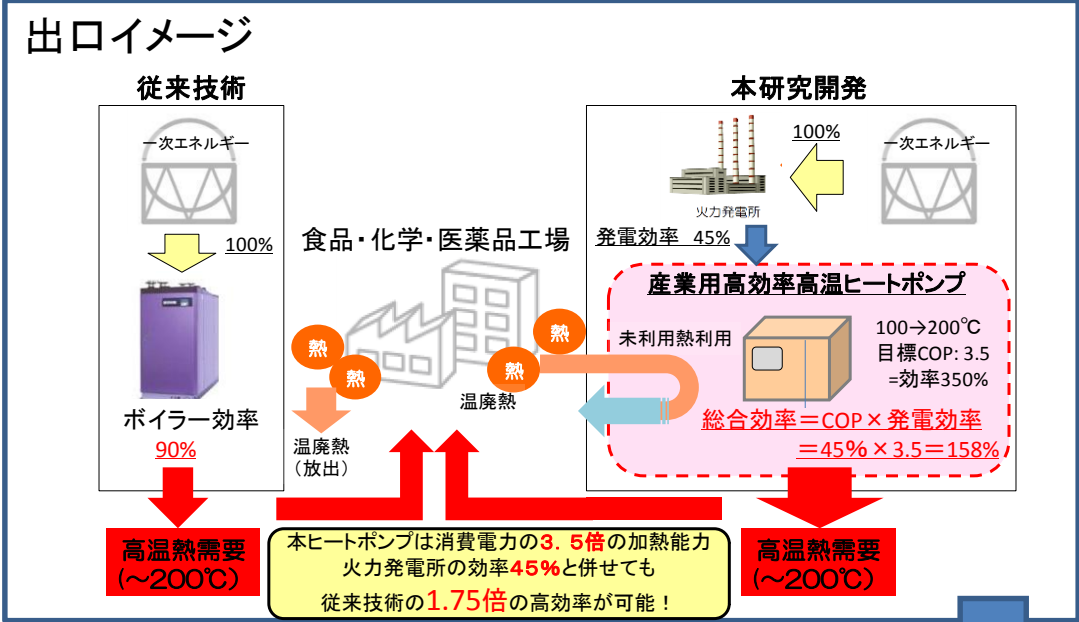
■ これまでの主な成果

- ① 市場調査とビジネスモデルの明確化: 9業種28事業所の排熱実態調査を行い、適切な機器仕様や導入効果を明確化
実排熱を利用した課題抽出実験先を決定
- ② 高効率小型排熱発電技術開発: 1kWクラスの発電実験システム(中低温熱源200°C以下)を構築し発電効率10.7%を実証
冷媒混合等により発電端効率14%を達成する技術手段を明確化
10kWクラスでは、超音速小型膨張タービン動静翼の試作完了し、気体軸受仕様を確立
- ③ 余剰蒸気利用排熱発電技術開発: 出力50kWクラスの空力構想設計により翼車仕様を明確化

3. 研究開発成果 (1) 研究開発成果

◆ 研究開発項目毎の成果

ヒートポンプ技術：産業用高効率高温ヒートポンプの開発



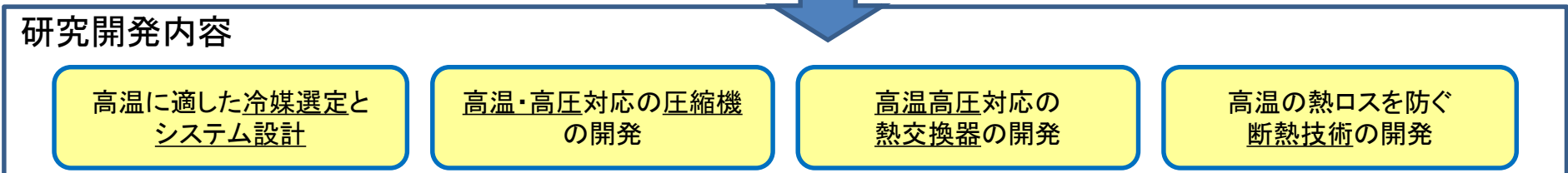
技術課題

ヒートポンプはエネルギー効率が高い加熱技術
⇒しかし、150°C以上の高温はヒートポンプ需要に対応し、現行の燃焼式(ボイラ)に対抗できるヒートポンプは開発されていない。

～ヒートポンプの原理を応用し、高温(200°C)を達成し、産業分野の排熱を利用可能なヒートポンプを開発する～

課題① 冷媒がない(高温・高圧対応&環境性能良好)
課題② 圧縮機がない(高温・高圧対応)
課題③ 熱交換器がない(高温・高圧・大温度差対応)
課題④ 熱ロスが効率を妨げる(断熱対策)

上記の課題を克服するヒートポンプを開発する必要がある



■これまでの主な成果

- 基本計算モデルで統合解析シミュレーションを行った結果、冷媒にR600を用いた80°C→160°C加熱でCOP4.10となり、中間目標を達成できる見通しが得られた。また、その結果を基にしたヒートポンプ試作機的设计・製作を行った。
- 圧縮機モータ風損試験により、圧縮機の改良を実施することで、断熱効率等の中間目標を達成する見通しを得た。
- 波型プレート式熱交換器について相関式が±30%以下の精度であることを確認し、波型流路を持つマイクロチャンネル熱交換器について高精度な圧力損失の相関式を作成した。

◆ 研究開発項目毎の成果

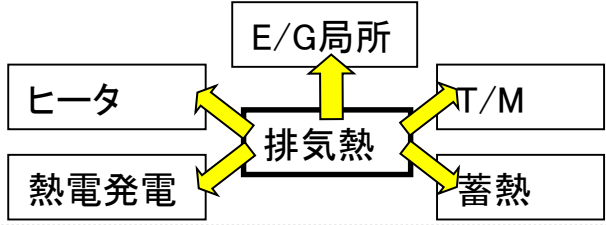
熱マネジメント技術：熱マネジメント材料

■ 出口イメージ



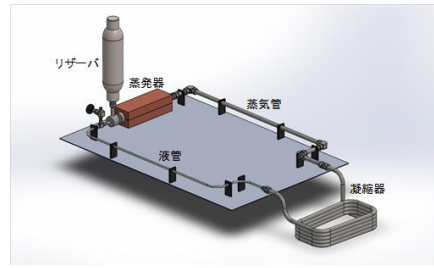
ハイブリッド車のエネルギーフローの一例(冬場)

排気熱等の未利用熱エネルギーを回収(蓄熱)、暖機や暖房に活用することで、冬場の燃費を約1割向上



■ 技術課題(ブレークスルーポイント)

- 自動車内の高効率熱輸送に資する要素技術開発
- (1) 動力不要で熱輸送可能なループ式ヒートパイプ (3kWの熱を10m以上輸送可能)
 - (2) 冷媒の高熱伝導率化
 - (3) 熱伝達率の高い沸騰伝熱面



検討したループヒートパイプの構造

■ 技術開発内容

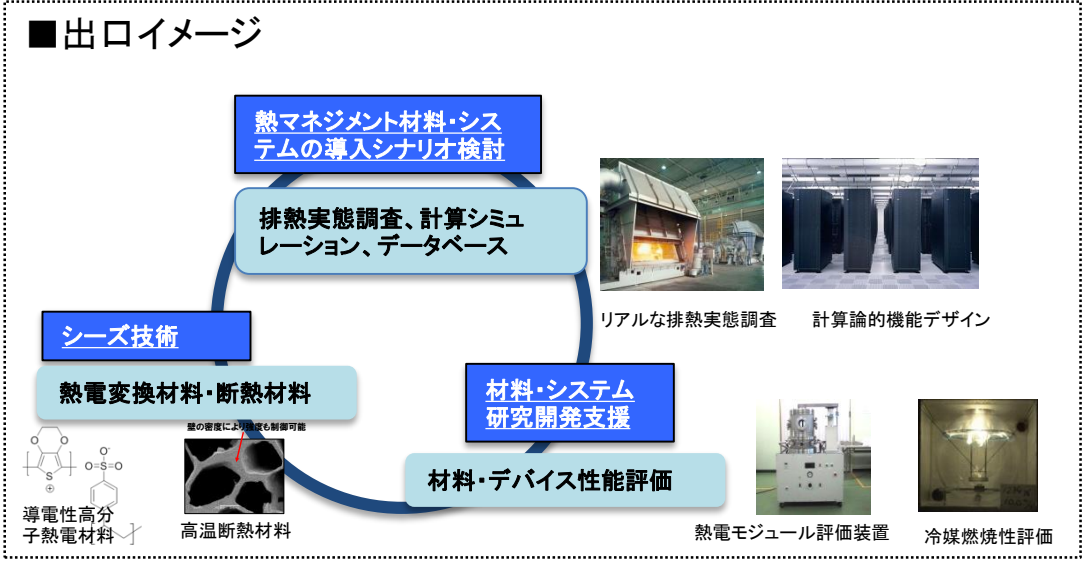
- (1) ループ式ヒートパイプ内の過渡状態特性を予測するための過渡解析モデルの検討。
- (2) 冷媒の熱伝導率向上の検討。
- (3) 沸騰面伝熱面の熱伝達率向上の検討。

■ これまでの主な成果

- ・ 蒸発器とリザーバタンクの一体構造化により液供給を促進し、熱輸送距離2mにて熱輸送量2600Wを実証。
- ・ ナノ流体の添加粒子形状による効果を検討、銅ナノワイヤ(アスペクト比大)により、熱伝導率1.62倍向上を確認。
- ・ 沸騰表面へ深い密な人工キャビティを付与することにより、熱流束(≒熱伝達率)の向上(最大4.1倍)を確認。

◆ 研究開発項目毎の成果

横断的基盤技術： 排熱実態調査、計算シミュレーション、データベース構築、性能評価



- 技術課題
- ・排熱の詳細な実態調査による熱マネジメント技術の導入シナリオ検討
 - ・プロジェクトの横串的役割として、材料・デバイスの性能評価による各企業の研究開発支援
 - ・計算シミュレーション、材料データベース構築による基礎データ整備と技術普及への貢献



- 代表的な技術開発内容
- ・産業分野の排熱実態調査による排熱利用機器・システムの設計、応用に資するデータの構築
 - ・高温ヒートポンプ用冷媒の安全性および環境影響評価 ・新規熱電材料評価方法の開発
 - ・熱関連材料・部素材の各種熱物性情報を収集し組織的に機能するデータベースの構築

- これまでの主な成果
- ・9業種の工場等における未利用熱の温度や排出量、購入エネルギー量と排ガス熱量との関係などを明らかにした
 - ・新型冷媒候補の実用化に必要な燃焼性や地球温暖化係数(GWP)データの普及に貢献した
 - ・多試料同時熱電評価装置、異方性を考慮した熱電計測法の開発
 - ・蓄熱材料データの収集とデータベースへの収録、糖アルコールを対象とした蓄熱量・転移温度のシミュレーション

3. 研究開発成果

(1) 研究開発中間目標の達成度、(2) 最終目標の達成可能性

◆ 研究開発目標の達成度

◎ 大きく上回って(早期に)達成できそう、○ 予定どおり達成できそう、△ ほぼ(若干の遅れで)達成できそう、× 達成は困難と予想される

研究開発項目	現状	中間目標(平成29年度末)	達成度
①「蓄熱技術の研究開発」	・蓄熱密度0.5MJ/kgに要する修飾密度7.6mol/kgを定量化し、合成試料にて7.4mol/kgを検証	・120℃以下で、蓄熱密度0.5MJ/kgを有する酸・塩基反応を利用した化学蓄熱材料に要する修飾密度を定量化し、実現可能な合成プロセスを立案する	○
	・蓄熱モジュール評価により、-20℃環境下における12hの過冷却安定性の保持確率92%以上を検証	-20～25℃環境下で、12h以上の過冷却保持期間を実現する蓄熱材料組成の確立に向けて、モジュール評価により過冷却安定性を検証する	○
②「遮熱技術の研究開発」	・積層フィルムの高精度化と高精度コート技術の開発を行い、中間目標の可視光線透過率70%、日射熱取得率43%を達成	可視光線透過率70%以上、日射熱取得率43%以下(可視光線反射率12%以下、カット波長850～1400nm)の遮熱フィルムの開発	○
③「断熱技術の研究開発」	・1450℃耐熱性、熱伝導率0.25W/mK、圧縮強度10MPa以上の並形(230mm×114mm×65mm)形状断熱材試作完了。	・1500℃以上で使用可能なファイバーレス断熱材で圧縮強度10MPa以上、かつ熱伝導率0.25W/m・K以下を有する断熱材料の開発	○
④「熱電変換材料・デバイス高性能高信頼化技術開発」	・Mo酸化物ドーブによりゼーベック係数増加を確認、CNTと導電性高分子のハイブリッドで295μW/mK ² を達成 ・PEDOT:PSSを用いたモジュールでΔT=50℃で世界最高の24μW/cm ² を達成。	・性能指数ZT=1を有する有機材料の開発 ・性能指数ZT=2を有する無機材料の開発	○

3. 研究開発成果

(1) 研究開発中間目標の達成度、(2) 最終目標の達成可能性

◆ 研究開発目標の達成度

◎ 大きく上回って(早期に)達成できそう、○ 予定どおり達成できそう、△ ほぼ(若干の遅れで)達成できそう、× 達成は困難と予想される

研究開発項目	現状	中間目標(平成29年度末)	達成度
⑤「排熱発電技術の研究開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・1kWクラスの発電実験システム(中低温熱源200℃以下)を構築し発電効率12%実証し、発電端効率14%を達成する技術手段を明確化 ・10kWクラスの超音速小型膨張タービン動静翼の試作を完了し、気体軸受の仕様を確立 	<ul style="list-style-type: none"> ・200℃以下の中低温排熱に対応した、発電効率14%(従来比2倍)を有する出力1kWクラス小型排熱発電装置の開発 	◎
⑥「ヒートポンプ技術の研究開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・統合解析シミュレーションにより、ボタンを用いた80℃→160℃加熱でCOP4.10確認 ・原理試作機により温水60℃、冷却水30℃条件で7℃の冷水が得られることを実証 	<ul style="list-style-type: none"> ・200℃までの供給温度範囲に対応し、80→160℃加熱でCOP:3.5以上を達成するヒートポンプシステムの開発 ・75℃以下の熱源で、供給温度-10℃を実現するヒートポンプシステムの開発 	○
⑦「熱マネジメントの研究開発」	<ul style="list-style-type: none"> ・過渡解析モデルを作成し、モデルの妥当性を小型ループ式ヒートパイプで確認 ・吸熱モジュールで5W/cm²を達成見込み 	<ul style="list-style-type: none"> ・高効率ヒートパイプの開発(0~50℃熱輸送距離5m、熱輸送量1500W、抗重力性、動力源レス) ・吸熱量5W/cm²を有する吸熱デバイスの開発 	△~○
⑧「熱関連調査・基盤技術の研究開発」	<ul style="list-style-type: none"> 工場等における未利用熱温度や賦存量、購入エネルギー量と排ガス熱量との相関関係等を明確化 	<ul style="list-style-type: none"> ・排熱調査を実施し、研究開発シナリオ検討完了。 ・各種部材の計測・評価結果の分析を進め、整備すべきデータベースを明確化 	○

3. 研究開発成果 (3) 成果の普及

◆ 成果の普及

	H25	H26	H27	H28	H29	合計
論文	3	17	18	37	37[30]	112[30]
研究発表・講演	18	89	126	141	92[73]	466[73]
受賞実績	0	1	3	9	1	14
新聞・雑誌等への掲載	0	1	2	5	10[5]	18[5]
展示会への出展等	2	7	11	13	10[10]	43[10]

平成28年度までは実績、平成29年度は
 予定は[]で記載

※平成29年5月末現在(予定も含む)

3. 研究開発成果 (3) 成果の普及

◆ 成果の普及 (情報発信・受賞実績の一例)

学会・成果報告会等の一例

研究開発項目	発表者	会議名(発表者)	タイトル	発表年月
蓄熱	パナソニック(株)	化学工学会 第82年会	糖アルコールの過冷却安定化に関する研究	2017/3/6
断熱	美濃窯業(株)	第21回 動力・エネルギー技術シンポジウム	断熱技術:工業炉の排熱削減に寄与する高強度高断熱性多孔質セラミックスの開発	2016/06/17
熱電変換	(国研)産総研	第64回応用物理学会春季学術講演会	カーボンナノチューブ-ポリスチレン複合材料の熱電特性異方性	2017/3/17
ヒートポンプ	(株)前川製作所	2016年度日本冷凍空調学会年次大会	産業用高効率高温ヒートポンプの開発、超臨界R600のプレート式熱交換器の伝熱特性	2016/9/9
熱マネージメント	カルソニックカンセイ(株)	第54回 日本伝熱シンポジウム	車両用高効率吸着式ヒートポンプの開発	2017/5/24

受賞実績の一例

研究開発項目	受賞者	受賞名	交付者	発表年月
断熱	美濃窯業(株)	アメリカセラミックス協会 Global Ambassador	アメリカセラミックス協会	2016/05/22
熱電変換	(株)日立製作所	第3回「京」を中核とするHPCIシステム利用研究課題 優秀成果賞	一般財団法人高度情報科学技術研究機構	2016/10/21

3. 研究開発成果 (3) 成果の普及

受賞実績の一例				
研究開発項目	受賞者	受賞名	交付者	発表年月
熱電変換	(国研)産総研	応用物理学会論文奨励賞	(社)応用物理学会	2015/9/14
熱電変換	(国研)産総研	日本熱電学会学会賞	日本熱電学会	2016/9/5

論文の一例

研究開発項目	発表者	論文誌	タイトル	発表年月
蓄熱	(国研)産総研	Journal of the American Chemical Society	Computational Design of Non-natural Sugar Alcohols to Increase Thermal Storage Density: Beyond Existing Organic Phase Change Materials	2016/9/14
熱電変換	名古屋大学	Nature Materials	Flexible n-type thermoelectric materials by organic intercalation of layered transition metal dichalcogenide TiS ₂	2015/4/6
熱電変換	(国研)産総研	Applied Physics Letters	Carbon nanotube bundles/polystyrene composites as high-performance flexible thermoelectric materials	2015/3/10
熱電変換	(株)日立製作所	Applied Physics Letters	Reduction of thermal conductivity in MnSi _{1.7} multi-layered thin films with artificially inserted Si interfaces	2016/8/8
ヒートポンプ	九州大学	Journal of Chemical & Engineering Data	Gaseous PVT property measurements of cis-1,3,3,3-tetrafluoropropene (R1234ze(Z))	2017/6/1
熱マネージメント	東北大学	The Journal of Chemical Physics	Effects of molecular structure on microscopic heat transport in chain polymer liquids	2015/3/13
基盤	東京大学	Physical Review B	Effects of Defects on Thermoelectric Properties of Carbon Nanotubes	2017/4/15

◆ 知的財産権の確保に向けた取組

戦略に沿った具体的取組の例

- 特許出願可能と判断したものについては、速やかに出願を行うと共に、早期審査を活用して早期登録を狙う。
- 標準になり得る技術は、速やかに特許出願する。
- 一つの発明物を多面的に捉えて多数の出願で特許網を構築する。
- 国内特許出願を先行するが、特に重要な特許は海外出願も行う。

	H25	H26	H27	H28	H29	計
特許出願 (うち外国出願)	0 (0)	31 (2)	82 (25)	117 (46)	45 [24] (9)	275 [24] (82)件

※平成29年5月末現在(予定も含む)

平成28年度までは実績、平成29年度は予定分は[]で記載

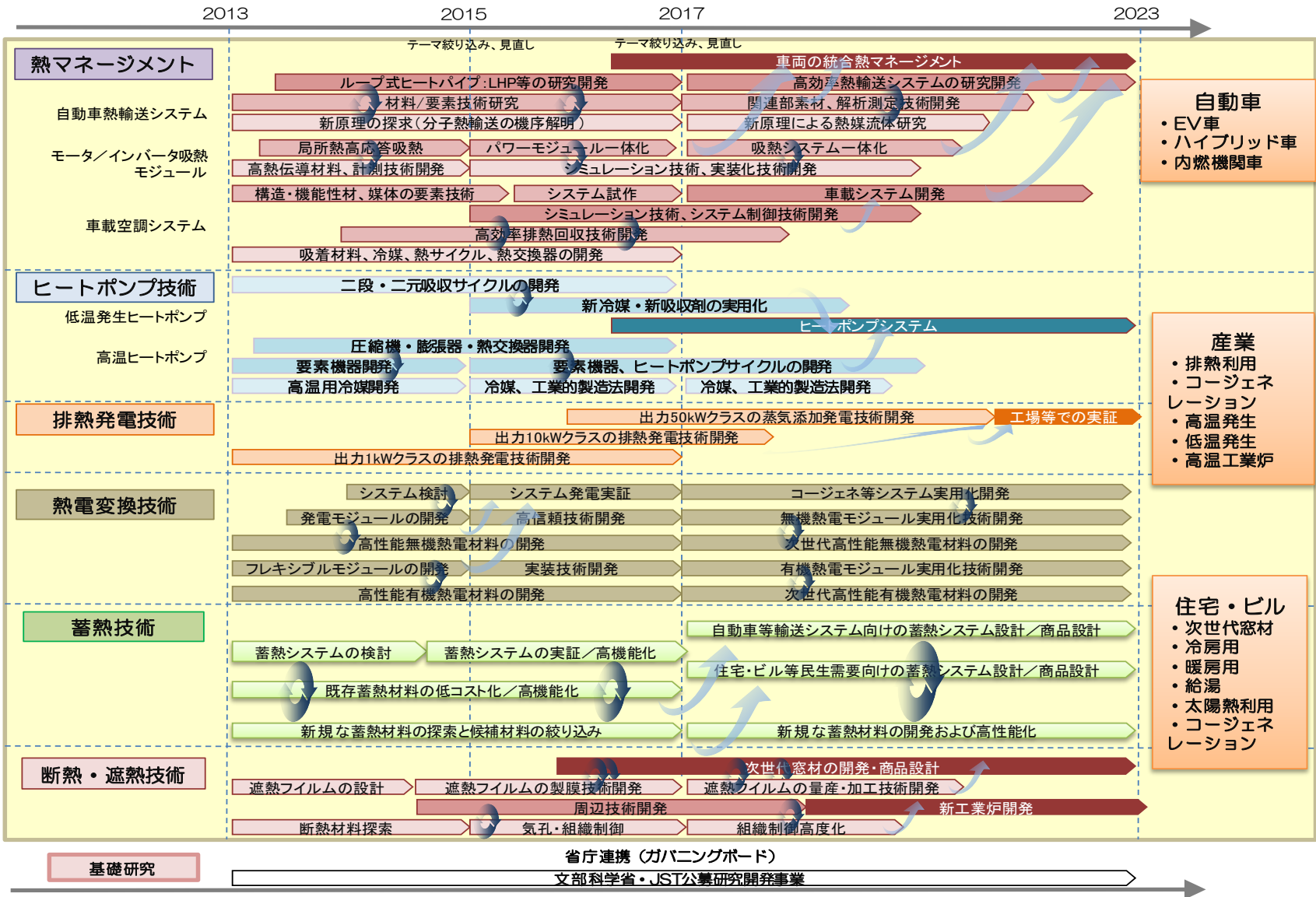
◆本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

本プロジェクトでの「実用化」とは、当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客へのサンプル提供等)が開始されることをいう。

4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し (1) 成果の実用化に向けた戦略

◆ 実用化に向けた戦略

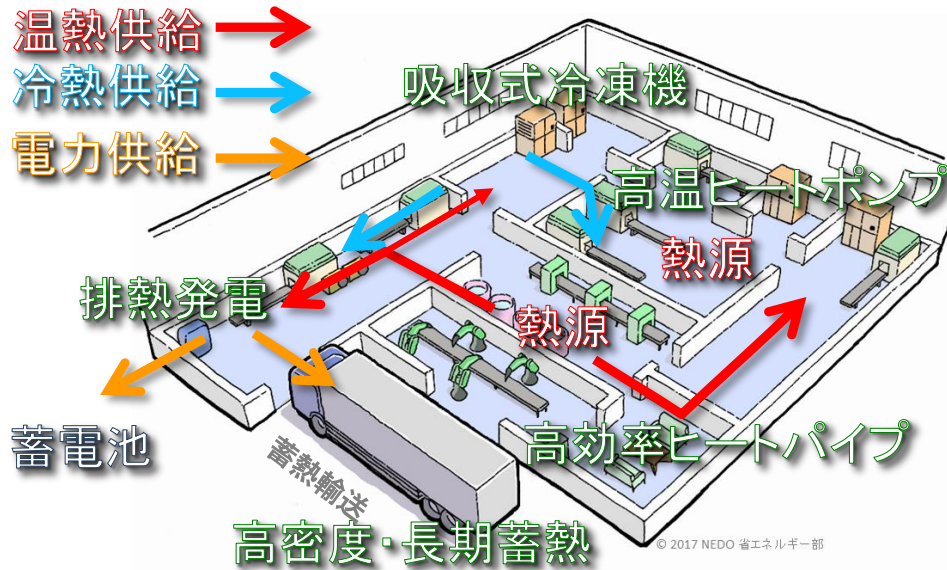
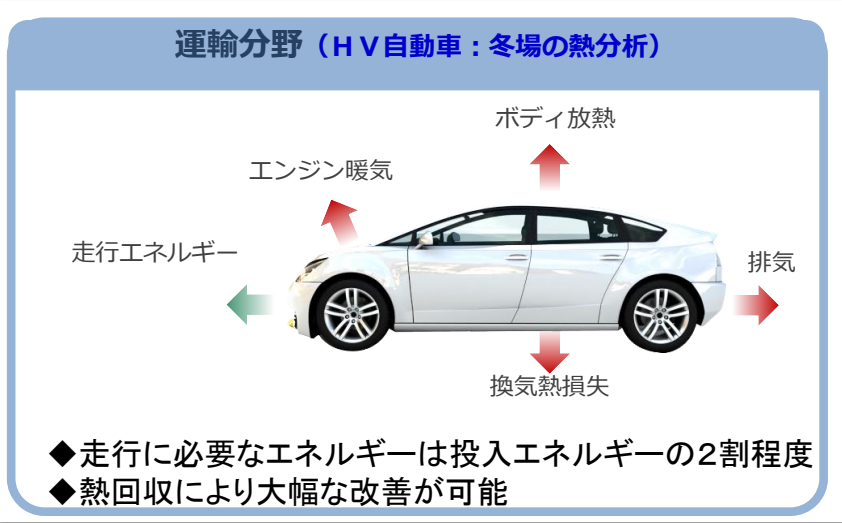
研究ロードマップ



実用化に向けた検討状況

複数の研究テーマの最終目標をハイブリッド車に導入した際の燃費改善効果をGamma Technologies社のGT-SUITEを用いて推計。
 夏季条件で約30%、冬季条件では約13%の燃費改善という結果を得た。

排熱を利用した温熱・冷熱供給、高効率熱輸送、高密度蓄熱により、時間・場所を問わない熱の高度利用を実現し、圧倒的な省エネルギー工場を目指した検討を実施中。



◆実用化に向けた具体的取組

◆早期に実用化可能なものは実用化を促進し、新たな技術開発シーズを取り込む等、研究開発テーマの新陳代謝が良い活力ある研究開発プロジェクトとするために、実用化の可能性が見えてきた技術テーマについては実環境での評価・それによる課題の抽出・課題解決への研究開発を三位一体で計画・実行することで実用化の加速を行う。

◆NEDO省エネルギーフォーラム等の展示会にサンプル展示を行い、ユーザーニーズを把握すると共に、実環境評価の条件等を研究計画に反映する。

【海外情報発信例】

米国DOE ARPA-Eエネルギー
イノベーションサミットで成果を展示



ARPA-E長官に紹介

第7回 クリーンエネルギー大臣会合
併設イベントで成果を展示
各国からの来場者へ成果を紹介



展示ブースの様子

◆ 成果の実用化の見通し

複数の技術分野において、成果の一部を実用化（実用化のニュースリリース3件）、または実環境試験の実施が可能な段階にある。

◆ 波及効果

国内外展示会等を起点に実用化を加速、反響が増える傾向。

(例) 熱電変換素子：国内外市場へのサンプル提供に向けた製造技術開発を強化

ファイバーレス断熱材：想定外用途(※)からの関心多数

(※) 鉄鋼やセメント関係でRCF対応(非晶質セラミックス繊維規制)ニーズ

4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し (3) 成果の実用化の見通し

展示会前に省エネ部他事業と2件を同時にニュースリリースして関心を喚起

News Release

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合
美濃窯業株式会社
国立研究開発法人産業技術総合研究所

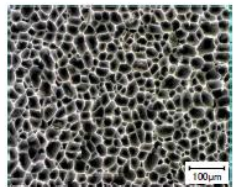
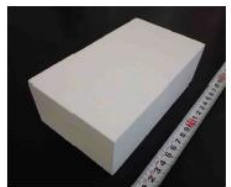
2017.2.13

高温下で使用可能なファイバーレス高強度高断熱性材料を開発 —低熱伝導率と高強度を両立、消費電力量を約38%削減—

NEDO プロジェクトにおいて、未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合(TherMAT)の組合員である美濃窯業(株)は、産業技術総合研究所と共同で、熱伝導率 0.25W/m・K 以下で圧縮強度 10MPa 以上の特性を持つ、1,450℃まで使用可能なファイバーレス高強度高断熱性材料を開発しました。

今回開発した断熱材を小型電気炉に施工し、使用電力量を測定したところ、従来の耐火断熱れんがを施工した場合と比べ消費電力量を約38%削減できることを実証しました。

本成果については、2017年2月15日～17日に東京ビッグサイトで開催される「nanotech 2017 第16回 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議」のNEDOブース内において展示します。

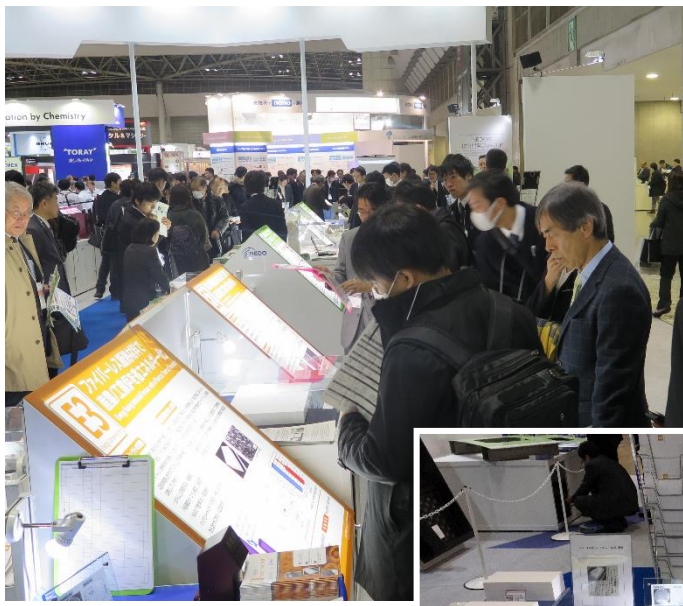


今回開発したファイバーレス高強度高断熱性材料の外観(左)と電子顕微鏡画像(右)

1. 概要

現在、運輸・産業・民生の分野において、一次エネルギーの半分以上が利用されずに排熱になっています。このような背景のもと、NEDO は利用されことなく環境中に排出されている膨大な量の未利用熱に着目し、その「削減(Reduce)・回収(Recycle)・利用(Reuse)」を可能にする要素技術の革新と、システムの確立を目指した「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」^{※1}を2015年度から実施しています。

窯業、土石分野等において800℃以上の高温で使用される産業/工業炉の操作中に投入される熱エネルギーのうち、製品加熱に用いられるエネルギーは30%程度であり、残りは使用されないまま廃棄されています。なかでも1,500℃以上の高温で焼成されるセラミックスの焼成工程においては、製品の焼成に使用される熱量はわずか数%であり、残りの熱量は道具材や炉材への蓄熱や排熱ガスとして廃棄さ



80社から詳細
問合せ

nanotech2017 (2月 東京ビッグサイト)での展示と断熱材展示を熱心に見つめる来場者